



EESTI MAAÜLIKOOL

Tehnikainstituut

**Mihkel Ustav**

**ERAMAJA ELEKTRIENERGIA KASUTUSE ANALÜÜS**  
**ANALYSIS OF THE USE OF ELECTRICITY IN A PRIVATE**  
**HOUSE**

Bakalaureusetöö

Tehnika ja tehnoloogia õppekava

Juhendaja: Alo Allik, *PhD*

Tartu 2019

Eesti Maaülikool		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Autor: Mihkel Ustav		Õppekava: Tehnika ja tehnoloogia	
Pealkiri: Eramaja elektrienergia kasutuse analüüs			
Lehekülgi: 31	Jooniseid: 13	Tabeleid: 1	Lisasid: 0
Osakond / Õppetool: Energiakasutuse õppetool			
ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: 4. Loodusteadused ja tehnika			
4.17 Energeetikaalased uuringud			
T140 Energeetika			
Juhendaja(d): teadur Alo Allik			
Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2019			
<p>Tänapäeval on väga aktuaalseks teemaks energiasäästlik ja roheline ühiskond. Bakalaureuse töö käsitleb eramaja elektrienergia tarbimist ning selle analüüsi. Antud majapidamise aastane elektritarbimine on autori hinnangul liiga suur. Töö eesmärk on arendada meetodeid, millega tarbija teadlikkust enda elektritarbimise suhtes tõsta. Andmete kogumiseks kasutati Eesti Energia andmebaasi ning neid töödeldi Microsoft Exceli tabelarvutus programmis.</p> <p>Töö tulemusena leiti suurema elektritarbimisega perioodid ja oletatavad tarbimistippude tekitajad. Lisaks pakuti välja alternatiivenergia allikas päikesepaneelide näol, millesse investering võiks tasuda ära vähem kui kümne aastaga.</p> <p>Elektritarbimise analüüsi tulemuste kasutamiseks oleks vajalik välja töötada mobiilirakendus, kus kuvatakse tarbija enda sätestatud tingimustel elektrikasutuse jooksva keskmise andmeid iga tunni kohta. Rakendus kuvab märguandeid, kui kodune elektritarbimine on ületanud viimasel tunnil eelnevalt määratud piiri. Rakenduse abil saab tarbija teadlikumalt jälgida ning juhtida igapäevast elektrikasutust ning seeläbi tarbida säästlikumalt.</p>			
Märksõnad: Juhtimine, tarbimine, tootmine			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Mihkel Ustav		Curriculum: Engineering	
Title: Analysis of the use of electricity in a private house			
Pages: 31	Figures: 13	Tables: 1	Appendixes: 0
Department / Chair: Chair of Energy Application Engineering Field of research and (CERC S) code: 4. Natural Sciences and Engineering 4.17 Energetic Research T140 Energy research Supervisors: Alo Allik Place and date: Tartu 2019			
<p>Nowadays, an energy-saving and green society is a very topical issue. This thesis concentrates on the use of electrical energy in a private house and also the analysys of it.</p> <p>According to the author, the annual electricity consumption of this household is too high. The aim of this thesis is to develop new methods to raise the consumers awareness of their own electricity consumption. The data was collected from Eesti Energia's database and was processed in a Microsoft Excel spreadsheet program.</p> <p>As a result of the work, periods with higher electricity consumption and supposed consumers of consumption peaks were found. In addition, an alternative source of energy in the form of solar panels was proposed, in which the investment could expectedly pay off in less than 10 years.</p> <p>In order to use the results of the electricity consumption analysis, it would be necessary to develop a mobile application that shows the current moving average hourly data of electricity usage per hour under the conditions set by the consumer. The application displays alerts when home electricity consumption has exceeded the predefined limit in the last hour. With the application, the consumer can better monitor and control the daily use of electricity and thereby consume more economically.</p>			
Keywords: electricity management, electricity consumption, electricity production			

# SISUKORD

SISSEJUHATUS .....	5
1. EESTI ELEKTRIENERGIAMAJANDUS .....	6
1.1 Elektriturg Eestis .....	6
1.2 Elektri tootmine Eestis .....	7
1.3 Elektrienergia tarbimine Eestis .....	9
1.4 Elektrihinna kujunemine .....	10
1.5 Elektritarbimis uuringud.....	11
2. MATERJAL JA METOODIKA.....	13
2.1. Uuritav objekt.....	13
2.2. Hoone elektritarbijad .....	13
2.3. Ooterežiimis olevad seadmed.....	14
2.4. Elektrienergia säästmise võimalused.....	14
2.5. Andmete kogumine .....	16
2.6. Kasutatavad matemaatilised ja graafilised meetodid .....	17
3. TULEMUSED JA ARUTELU.....	19
3.1. Elektrienergia tarbimine aastas .....	19
3.2. Elektrienergia tarbimine argipäevadel.....	20
3.3. Elektrienergia tarbimine puhkepäevadel.....	22
3.4. Suurema elektrienergia tarbimisega perioodid.....	23
3.5. Järsud muutused elektritarbimise koguses .....	24
3.6. Ooterežiimis olevate seadmete elektrienergia tarbimise osakaalu arvutamine .....	26
3.7. Päikeseenergia kasutamise võimalused.....	26
KOKKUVÕTE .....	28
KIRJANDUS .....	30

## SISSEJUHATUS

Kiiresti areneva tehnoloogia ajastul ostetakse pidevalt majapidamistesse uut elektroonikat, mis omakorda toob kaasa ka tarbitava elektrienergia koguse suurenemise. Käesoleva bakalaureuse töö käsitleb eramaja elektrienergia tarbimist ning selle analüüsi. Töö eesmärk on arendada meetodeid, millega tarbija teadlikkust enda elektritarbimise suhtes tõsta. Suurem teadlikkus viib energiasäästlikuma ühiskonna poole. Töö on üles ehitatud kolmele peatükile, mis omakorda jagunevad väiksemateks alapeatükkideks.

Esimene peatükk annab põgusa ülevaate Eesti elektrienergiamaajandusest, elektriturust ja elektrihinna kujunemisest, elektri tootmisest ning tarbimisest. Lisaks heidetakse ka pilk 2011. aastal Eestis toimunud tarbijauuringule.

Teises peatükis saab ülevaate eramaja olemusest, selles olevatest suurematest elektritarbijatest ja ooterežiimis olevatest seadmetest ning analüüsitakse tuntumaid elektrienergia säästmise võimalusi. Samuti tutvustatakse töö koostamiseks kasutatud materjale ning võimalikke analüüsimise meetodeid.

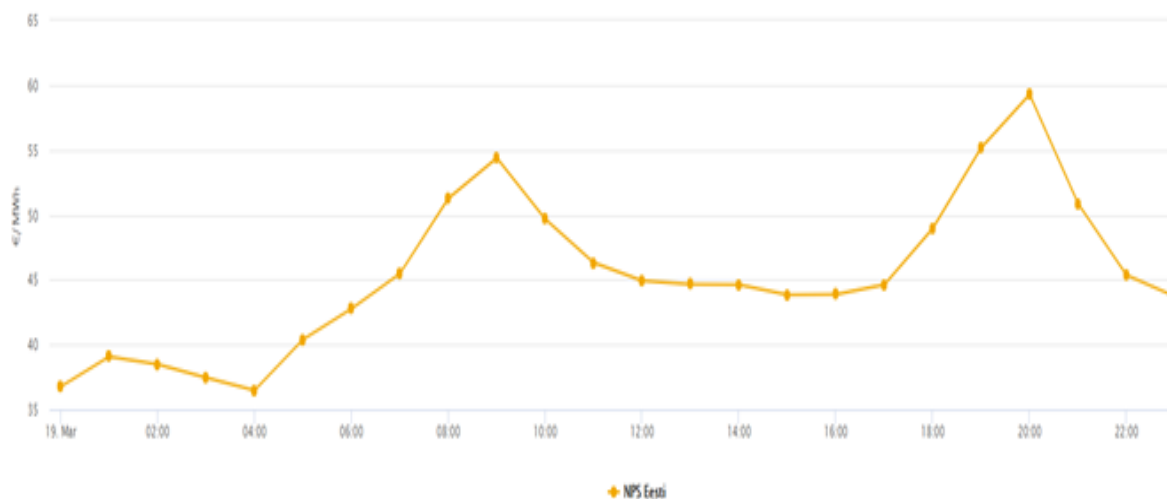
Kolmandas peatükis analüüsitakse elektritarbimise graafikuid erinevatel aastaaegadel, võrreldakse argipäeva ning puhkepäeva tarbimisi, leitakse populaarsed tarbimisajad ning pakutakse lahendust energiasäästuks.

Teema valiku põhjuseks olid eramaja omaniku hinnangul põhjendamatult kõrged elektriarved ning tarbija vähene teadlikkus jälgida ja analüüsida oma elektrikasutust.

# 1. EESTI ELEKTRIENERGIAMAJANDUS

## 1.1 Elektriturg Eestis

Üheks olulisemaks energeetikavaldkonna eesmärgiks Euroopa Liidus on hästi toimiv ühtne elektriturg. Alates 2009. aastast oli suurematele elektritarbijatele juba Eesti elektriturg avatud. See oli ligikaudu 35% ulatuses tervest elektriturust mahust. Alates 1. jaanuarist 2013. aastast avati Eestis elektriturg täies mahus kõikidele tarbijatele. Tänu elektriturust avamisele lõppes elektriinna reguleerimine väiketarbijatele. See on üheks eelduseks taskukohasele elektriinnale, kuna tarbijad saavad tänu sellele endale ise valida sobiva hinnapaketi ja müüja. [1] Kauplemine elektriturul toimub kas tootja või tarbija omavahelise lepingu alusel või Nord Pool Spoti elektribörsi kaudu. Nord Pool Spot on üks maailma juhtivaid elektribörse. Selle vahendusel kauplevad omavahel Põhjamaade elektritootja ning -ostjad. Nord Pool Spotil kauplevad tänapäeval juba 350 turuosalist ja börsil kaubeldav aastamaht on ca 316 TWh. Sellest Eestil aga ca 8 TWh. [2] Tänu Eesti ja Soome vahelisele kõrgpinge alalisvooluühendusele EstLink 1-le ja EstLink 2-le on kahe riigi vahelistest ühendustest kujunenud sisuliselt üks turupiirkond.



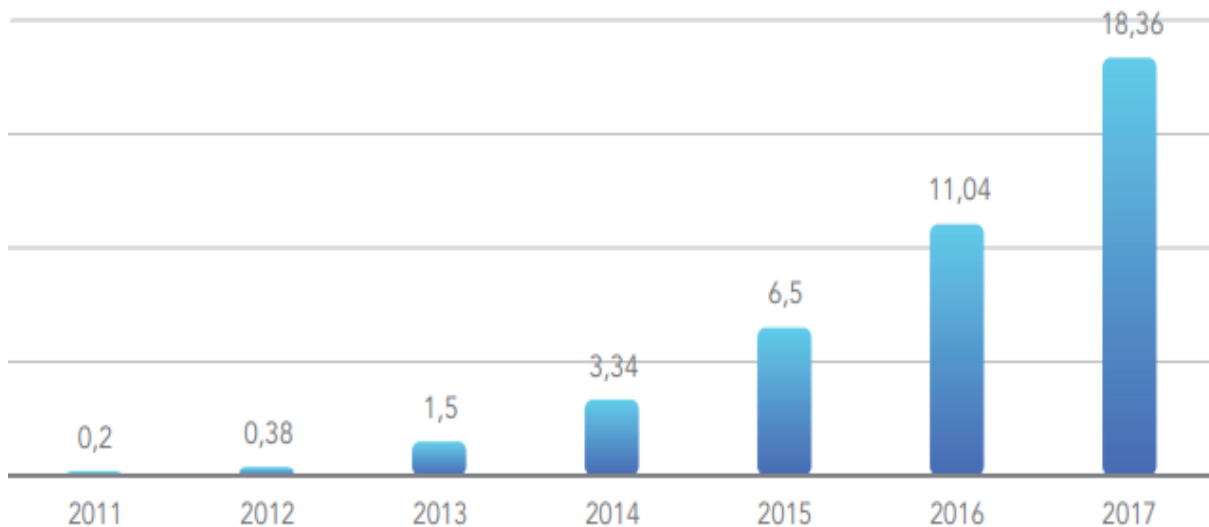
**Joonis 1.1.** Nord Pool'i väljavõte 19.03.2018 elektri hind tunni kaupa graafiliselt [3].

Tänapäeval on majapidamised varustatud kauglugemis arvestitega, mis mõõdavad tarbijate tarbitud elektrienergia kogust iga tunni kohta. Antud intervall on kehtestatud elektrituruseadusega kuna elektri hind võib igal tunnil varieeruda. Tänu arvestitele ja elektrienergia varustajale on võimalik vaadata oma majapidamise tarbimisandmeid internetist. Klient saab anda ligipääsu oma tarbimisandmetele elektrimüüjale, mille alusel on võimalik varustajal teha kliendile personaalseid hinnapakumisi. [4]

## **1.2 Elektri tootmine Eestis**

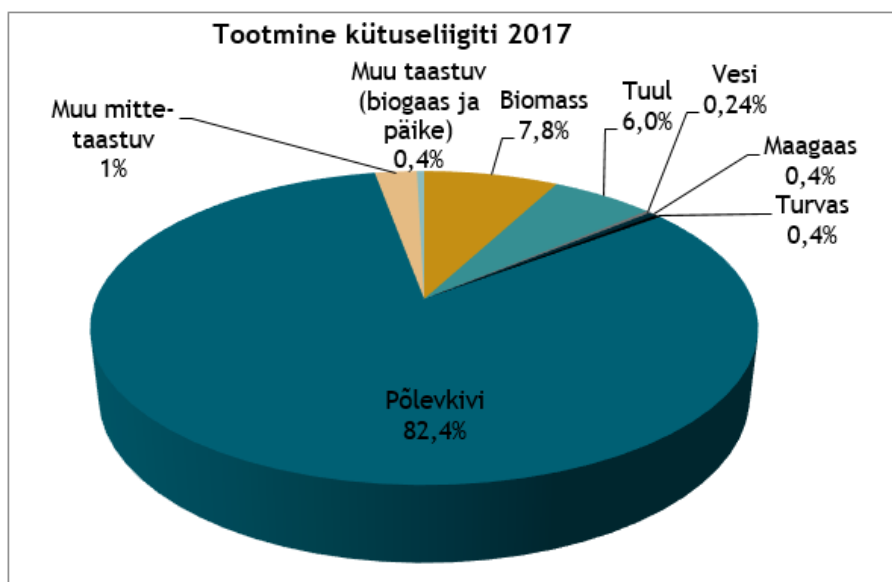
Suur osa Eesti elektrienergiast toodetakse põlevkivi kütusega soojuselektrijaamadest, mis asuvad Narvas. Need moodustavad ligikaudu 90% Eestis toodetud elektrienergiast. Jaamade koosseisu kuuluvad Eesti, Auvere ning Balti soojuselektrijaam. Antud kolm jaama ekspordivad elektrienergiat läbi Estlinki merekaabli Põhjamaadesse, lisaks sellele ekspordivad need jaamad ka elektrienergiat Baltimaadesse ning soojusega tagavad varustuse kogu Narva linnale. Kolme jaama maksimaalne tootmisvõimekus on umbes 1,5 korda suurem Eesti aastasest elektrienergia tarbimisest, mis on ligikaudu 8 TWh. [5]

Lisaks soojuselektrijaamadele kasutatakse Eestis veel elektrienergia tootmiseks teisi taastuvenergiaallikaid. Nendest suurim osakaal on tuuleenergial ning puidul. Hüdroenergia kasutamiseks pole Eestil suurt potentsiaali geograafiliste tingimuste puudumisel. Üha populaarsemaks muutub ka päikeseenergia kasutamine kodustes majapidamistes. Üldjuhul tarbivad suurema osa elektrienergiast tarbijad ise ning kõik mis jääb üle müüakse võrku. Nagu näeme jooniselt, siis on Eestis päikeseenergia kasutamine viimase kümnendi jooksul tohutult kasvanud, mida võiks seletada inimeste suurem teadlikkus päikeseenergiast.



**Joonis 1.2.** Elektrivõrguga liidetud päikeseenergia tootmisvõimsused Eestis [6].

Võib ka juhtuda, et paigaldatud päikesepaneelid ei tooda halbade ilmastikutingimuste pärast piisavalt elektrienergiat ning tuleb teistpidi osta võrgust elektrienergiat juurde. Seega mängivad ka kodused majapidamised Eesti elektrienergia tootmises rolli. [7] Peale eelpool nimetatute kasutatakse elektrienergia tootmiseks veel biogaasi, biomassi, maagaasi ning turvast. [8]



**Joonis 1.3.** Eesti elektrienergias tootmiseks kasutatavad kütuseliikide osakaal 2017. aasta seisuga [8].



Järgneval joonisel on kujutatud kõik Eestis paiknevad koostootmis- ja soojuselektrijaamad, millest suurem osa asuvad Põhja- ja Kirde-Eestis. Jooniselt on ka märgata, et osad jaamad asuvad ka saartel. Kõige võimsamad jaamad asuvad Kirde-Eestis ning nende põhiliseks kütuseks on põlevkivi.



**Joonis 1.4.** Eesti soojuselektri ning koostootmisjaamad [7].

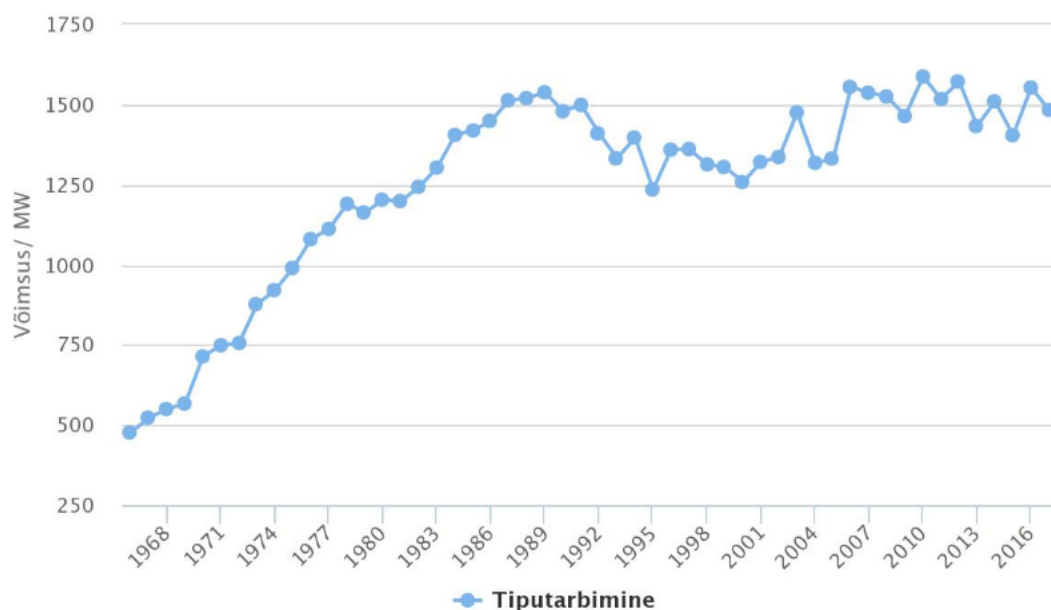
Koostootmis- ja soojuselektrijaamad on värvidega eraldatud võimsuse järgi. Elektrijaamad mille võimsus jääb vahemikku 0 – 1.9 MW on tähistatud rohelist värvi punktiga, kollast värvi punktiga on tähistatud 1.9 – 20 MW võimsusega elektrijaamad ja punast värvi punktiga 20 – 195 MW võimsusega elektrijaamad. [7]

### 1.3 Elektrienergia tarbimine Eestis

Pidev tehnoloogia areng suurendab inimeste nõudlust tänapäevaste uudsete ning olemasolevate teenuste ja toodete järele. Nende üha laialdasem kasutamine suurendab aga omakorda elektrienergia nõudlust. Eesti on üpris suure energia tarbimisega riik. Elektrienergia olemasolu tänapäeva ühiskonnas on üks suur eeldus paljudele tegevustele nii tööstuses, ettevõtluses kui ka kodustes majapidamistes. [1]

Eestis tarbiti elektrienergiat 2016. aastal umbes 8,4 TWh. See-eest oli sama aasta seisuga installeeritud 2947 MW väärtuses netootmisvõimsust. Kuna elektrienergia tootmisele avaldavad mõju näiteks ilmastikutingimused, tootmisseadmetele teostatavad remondid ja

seadmete avariid, siis ei ole alati võimalik netootmisvõimsust täies mahus kasutada. 2016. aasta rekord tootismahuks loeti Eleringi andmetel 2281 MW, mis toodeti 15. jaanuaril. Sama aasta tiputarbimiseks loeti 1483 MW. [9]



**Joonis 1.5.** Eesti elektrienergia tarbimismaksimum [9].

2016. aastal moodustas kogu põhivõrku antud elektrienergia kogusest 3% kaod. Võrgukadude katteks ostetakse lisaks elektrienergiat elektribörsilt. Võrgus esinevad kaod paljudel erinevatel põhjustel. Näiteks sõltub see üle kantud energia kogusest, õhuniiskusest või sademetest. [9]

## 1.4 Elektrihinna kujunemine

Tänu elektrituru avamisele kujuneb elektrienergia hind turul pakkumise ja nõudluse suhtena. Turu pakkumise määravad piisavad tootmisvõimsused ja elektriühenduste olemasolu, tagamaks elektri liikumise naaberriikidega kui ka siseriiklikult. Turu nõudluse tekitab tarbija oma enda elektritarbimisega, mille maht sõltub aastast, aastaajast, argipäevast, nädalavahetusest, päevast või ööst. Kuna elektrienergiat tarbitakse samal ajal kui seda toodetakse ja selle salvestamine suuremates kogustes pole majandusliult otstarbekas – tuleb elektrienergiat targalt juhtida. [10]

Iga elektriarvega kaasneb ka võrgutasu, elektriaktsiisitasu, taastuvenergiatasu ning käibemaks. Võrgutasu moodustab ligikaudu 40% tüüpilisest kodutarbija elektriarvest. Võrgutasu kooskõlastab Konkurentsiamet. Reaalselt moodustab elektrienergia kulu umbes

kolmandiku elektriarest. [10] Muidugi sõltub elektrienergia ja võrgutasu osakaal konkreetse kliendi võrguteenuse pakkuja võrgupiirkonnast ning võrguteenuse ja elektrienergia tarbimise paketist.

Elektrituru hinda mõjutavad mitmed erinevad tegurid. Tulenevalt Eesti geograafilisest asukohast kulub aastaringselt energiat elamutes mikrokliima tagamiseks. Soojadel suvistel aegadel on vaja hooneid jahutada ning vastupidiselt tuleb hooneid kütta talvisel ajal. Peale kliimategurite sõltub elektrienergia hind ka primaarkütuste hindadest – puiduhakke ja gaasi. [11] Üheks suureks teguriks on kivisöe hind, millega Põhjamaades hind otseselt korreleerub. Elektrienergia võib mõjutada ka see kui Soomes asuv lisatuumajaam hooldusesse läheb või Norra veereservuaaride hetkeolukord – tühi või täis. [18] Peamine hinda mõjutav tegur on piisavate tootmisvõimsuste ja elektriühenduste olemasolu. Sellega tagatakse siseriiklikult ja naaberriikidega elektri liikumine. [10]

## **1.5 Elektritarbimis uuringud**

Selleks, et elektrienergia tarbimisest aga ülevaadet saada, korraldatakse Euroopa riikides k.a Eestis tarbijauuringuid. Tarbijauuringud toimuvad erinevates riikides erineva perioodilisusega. Eestis toimus viimati selline uuring 2011. aastal nimega „Leibkondade energiatarbimise uuring“. Statistika kogumiseks kasutati Statistikaametis 2011. aasta rahva ja eluruumide loenduse korraldamiseks koostatud aadresside loetelu. Artiklis on ühesuguse tähendusega mõisted „leibkond“ ning „kodumajapidamine“, kuna koos elavad inimesed, kel on ühine majapidamine moodustavad üldiselt leibkonna. [1]

Eluruumide haldamisele kulub valdav osa Eesti kodumajapidamistes kasutatavast energiast. 28% eluruumidest Eestis asuvad maal (külates ja alevikes) ning ülejäänud 72% linnades. Pea 60% maapiirkondade eluruumidest on eramud, ülejäänud osa kortereramutes. Üle 80% eluruumidest linnas asuvad korterelamutes, ülejäänud eramutes. Üle poole linnas olevatest korterelamutes paiknevad 10 või enama korteriga kortermajades. Huvitav on veel see, et väga suur osa Eesti eluruumidest on eraomandis – ligi 85%. [1]

Eesti elektrienergia varustatus on 100% lähedal. Sellest valdav osa saadakse jaotusvõrgust. Pidevalt uueneva tehnoloogia arengul tarbivad eestlased igal aasta üha rohkem elektrienergia. 2010. aastal tarbis keskmiselt üks kodumajapidamine 3465 kilovatt-tund

elektrienergiat, millest maapiirkondades keskmiselt 4553 kilovatt-tundi aastas ning linnapiirkondades keskmiselt 3060 kilovatt-tundi aastas. [1] Võib eeldada, et maapiirkondade suurem tarbimine on tingitud suurematest elamispindadest kui linnas.

Eesti kodumajapidamistes olemasolevatest elektriseadmetele oli kõige populaarsem külmkapp. See oli uuringu tulemusena 99%-l majapidamistes. Sellele järgnes 97%-ga TV-seade. Tolmuimejat omab 93% kodumajapidamisi ning pesumasinat 89%. Toiduvalmistamise seadmetest on kõige populaarsem elektripliit, mida omas 72% kodumajapidamisi. Ühte leibkonna suurimat elektrienergia tarbijat soojaveeboilerit omas 37% kodumajapidamisi. [1] Antud andmed annavad hea ülevaate, kui suur on tehnika osakaal tavapärase majapidamises.

## **2. MATERJAL JA METOODIKA**

### **2.1. Uuritav objekt**

Eramu asub Tartumaal, Kastre vallas. Tegemist on 220m<sup>2</sup> suuruse kahekorruselise majaga, mis ehitati 1990. aastal. Maaeramu esimene korrus on laotud kividest, kaetud saepuru ja lubja seguga, see omakorda puitlaastplaadiga ning lõpetuseks krohvitud. Teine korrus on puitsõrestikust, soojustatud saepuru ning lubja seguga ning kaetud voodrilauaga. 2005. aastal uuendati maja soojustust, kui hoone alumisele ning ülemisele korruse välisseinadele lisati penoplasti kiht. Alumine korrus krohviti ning ülemisele korrusele pandi uued voodrilauad seina katteks. Samuti vahetati ära ka kõik maja aknad uute kahekordsete pakettakende vastu, mis aitavad vähendada soojuskadu majas.

Maja keskküttesüsteemi varustab soojusega puitgaasi katel Atmos DC 30 SX. Katla nominaalvõimsus on 30 kW mis on piisav, et kütta ära vaatluse all olev kahekorruseline elumaja. Katlas toimub kaheastmeline põlemine ja automaatselt reguleeritav põlemisõhu doseerimine. Samuti ka automaatne küttevee temperatuuri ja katla sisetemperatuuri reguleerimine.

Hoone elektrijuhtmesistik koosneb suuremas osas alumiiniumkaablitest. Uued vaskkaablid on veetud esimesel korrusel olevasse kööki ning teisel korrusel asuvasse vannituppa. Kuna maja ehitamisest on möödas juba pea 30. aastat, siis tuleks kaaluda vanade alumiiniumkaablite väljavahetamist, kuna vanade kaablite isolatsioonikiht on aastate jooksul vananenud ning juhtmesoon seinas hapramaks muutunud.

### **2.2. Hoone elektritarbijad**

Eramaja tarbib aastas umbes 7058 kWh elektrienergiat, mis on natuke üle poole rohkem kui 2010. aastal tehtud kodumajapidamise energiakasutuse uuringus [1]. Kõrge elektrienergiatarve majas on tingitud paljude elektroonikaseadmete olemasolust.

Töö autor sooritas antud eramajas kahe nädalase perioodi jooksul kasutatud elektriseadmete kohta vaatluse, mille tulemusel kasutati igapäevaselt: elektriboilerit, külmkappi, ruuterit, elektripliiti, veekeedukannu, televiisorit ning tõmbekappi. Mitte igapäevases töös olid nõudepesumasin, röster, pesumasin, juukseföön, lauaarvuti, elektriahi ning mikrolaineahi. Peale nende tarbisid elektrit ka hoones olevad valgustid ning seadmed, mis olid ooterežiimis.

### **2.3. Ooterežiimis olevad seadmed**

Peatükis kasutati Euroopas 2008.–2010. aastal, 1300. majapidamises läbiviidud ooterežiimis olevate seadmete uuringut, mille kohaselt on seadmete kogutarve keskmiselt 305 kWh aastas. Kõikide Euroopa riikide kokkuvõttes teeb see umbes 43 TWh aastas, mis omakorda põhjustab umbes 19 miljoni tonni koguses süsihappegaasi (CO<sub>2</sub>) eraldumist õhku. Kokkuvõtvalt põhjustab ooterežiimis olevate seadmete energiakulu umbes 1% ülemaailmsest süsihappegaasi heidetest. [12] Mõned eramajas olevad ooterežiimis seadmed on mikrolaineahi, kolm digiboksi ja televiisorit, lauaarvuti, ruuter ja elektriahi.

### **2.4. Elektrienergia säästmise võimalused**

Igapäevaselt ehitatakse üha enam energiasäästlikumaid elamispindu, mis on väga väikeste energiakulutustega. Alates 2020. aastast peavad kõik uued ehitatavad hooned vastama A-energiaklassiga hoone ehk liginullenergiahoone nõuetele. [13] Uute hoonete ehitamise hind peaks minema küll veidi kallimaks, kuid hoone energiatarve on oletatavalt väiksem ning energiale kulutatavad summad madalamad.

Uuringu kohaselt pole vähem kui viiendik elanikest kursis elektrienergia tarbimise juhtimisest. Teine osa elanikest teavad, et kasutades säästupirne või reguleerides vastavalt tariifi suuremate tarbimistega kodumasinate tööaega vähendab nende igakuiseid kulutusi. Kui muuta kõikide tarbijate tööaega nii, et need töötaksid kõrge tariifi asemel madala tariifi ajal, siis on Eestis võimalik kuludelt kokku hoida kuni 36%. [14] Täies mahus seadmete tööaegade muutust ilmselt kasutaja omale mugavuse mõttes lubada ei saa.

Koduses kasutuses olevate elektritarbijate elektrienergia säästmiseks on kaks peamist lähenemist. Kas tuleb tarbimist vähendada või tarbimisaega muuta odavamale perioodile. Elektri hind kõigub pidevalt, kuid üldiselt on odavam hind öösel ning varajastel

hommikutundidel. Tarbimise vähendamiseks tuleks inimeste teadlikkust tõsta, kuidas tarbimisharjumusi lihtsasti ja efektiivselt muuta.

Nagu eelmises alapeatükis sai käsitletud siis tuleks ooterežiimis olevad seadmed võrgust lahti ühendada ajal kui neid ei kasutata. Tarbija kaotab küll mugavuse arvelt, kuid võib igakuiselt elektriarvelt. Seadmete toiteta jätmisega on võimalik energiakulusid vähendada keskmiselt kümnendiku võrra. [12] Analüüsitava eramajas saab protsentuaalselt kokku hoida umbes 5% kogu elektritarbimisest.

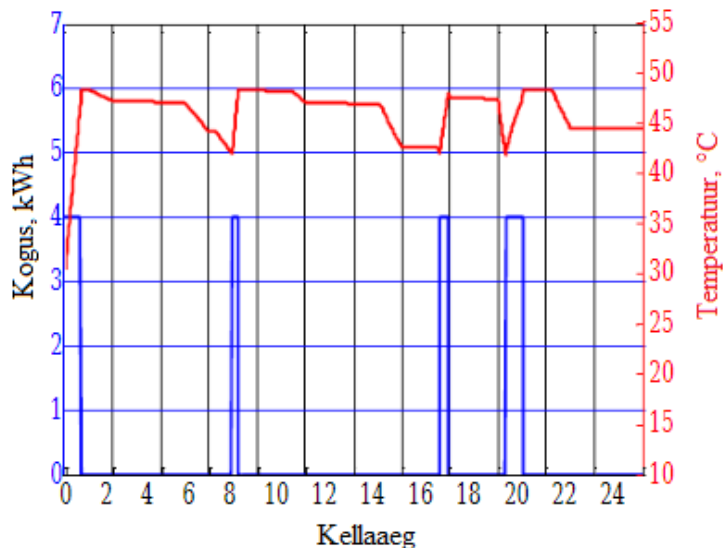
Võimalusel vahetada välja vanad ning energiakulukad seadmed ning asendada need uute võimalikult ökonoomsete seadmetega. 2000. algusaastatel tegid külmikud energiasäästlikkuse seisukohalt läbi suure arengu. Kui omada külmkappi, mis on valmistatud enne 2000. aastat ning asendada see standardse tänapäevase külmkapiga, siis on võimalik külmiku tööshoidmisele kuluvat elektrienergiat säästa 40-60% ulatuses. Kui on tarvis mõõta külmkappide elektrienergia tarbimist, siis oleks seda mõistlik teha öösel, kuna siis on aktiivseid tarbijaid vähem ja põhitarbimine võib toimuda külmiku poolt [18]. Sarnase tehnoloogilise arenguhüppe on teinud ka pesumasinad, mis tarbivad võrreldes eelmise sajandi masinatega kuni 37% vähem elektrienergiat ning kasutavad pesemiseks umbes 50% vähem vett. [15] Lisaks sellele on arenenud pesupulbrid, mis töötavad madalamatel temperatuuridel. Mida vähem kasutatud sooja vett, seda vähem kasutatakse ka elektrienergiat selle soojendamiseks.

Kui majapidamises kasutatakse primaarseks maja kütmiseks elektrienergiat siis aitab seda säästa maja täiendav soojustamine ning vanade akende väljavahetamine uute vastu. Samuti uurides maja kütvate seadmete efektiivsust võib nende väljavahetamine energiasäästlikuks osutuda.

Teiseks lähenemiseks on tarbijate tarbimisaeg nihutada kõrgetariifilisel perioodil madalatariifilisele perioodile. Kuna elektrihind on öösel ning varahommikul märgatavalt madalam kui hommikul, päeval ja õhtul, siis tuleks energiasäästmiseks rakendada tarbijad, mille töötamisaeg ei sõltu kasutajamugavusest.

Näiteks on võimalik kasutada nõudepesumasinat, pesumasinat või elektriboilerit hoopis öisel ajal, kui elektri hind on odavam. Nõudepesumasinal ei ole vahet millal programm pesemise lõpetab, kuna erinevalt riidest ei ima nõud enda sisse niiskust ja nende kuivamisega probleeme ei teki. Enamustel uuematel pesumasinatel on võimalus pesumasina viivitamisega käivitamine. Tänu sellele saab seadistada pesumasina käivitamise aja varajastele hommikutundidele ning pesumasin lõpetab töö vastavalt pesu programmile ajaks kui kasutaja ärkab. Nii ei pea märjad riided mitmeid tunde pesumasinas seisma.

Elektriboileril on suur osakaal elektrienergia tarbimisel. Tihtipeale kasutatakse sooja vett just siis, kui elektrienergia hind on kõrge nagu näiteks hommikul enne tööle minekut, päeval peale töölt tulekut või õhtul enne magama minekut. Kui boileris vee püsitemperatuur langeb, siis lülitub sisse boileri küttekeha ning hakkab veitemperatuuri tõstma. Uuringust selgub, et elektriboileri töö on päeva kaupa suures pildis sarnane. [16] Seega oleks võimalik elektriboileri sisselülitamisaega muuta nii, et boiler töötaks aegadel, kui elektrienergia hind on madalam. Elektriboileri tööaega nihutades võib aga kannatada kasutaja tarbimismugavus. Seetõttu tuleb tarbijal valida ökonoomsuse ja mugavuse vahel.



**Joonis 3.1.** Elektriboileri oletatav töö ööpäevas [16].

## 2.5. Andmete kogumine

Antud töö elektrienergia tarbimise andmed pärinevad Eesti Energia kodulehelt. Igal kliendil kellel on sõlmitud elektrileping ning kes omavad kauglugerit on võimalus saada ligipääs



oma elektrienergia tarbimisele kuni tunni aja täpsusega. Tarbimisandmete alusel esitatakse kliendile elektriarve, mis on samuti nähtav eelpool nimetatud kodulehel.

**Tabel 1.1.** Eramaja aastase elektritarbimise näidud ning elektriarvete summade jagunemine

Kuu	Kogus, kWh	Elektriarve		
		kogu arve, €	elektrienergia, €	muu, €
Mai	563,8	68,9	31,0	37,9
Juuni	502,5	68,2	31,5	36,7
Juuli	436,1	62,2	33,7	28,6
August	405,3	59,9	34,1	25,8
September	465,4	66,0	36,8	29,2
Oktoober	586,7	79,2	34,7	44,5
November	658,1	92,0	43,0	49,0
Detsember	785,8	111,0	51,6	59,4
Jaauar	767,1	105,7	51,4	54,3
Veebruar	641,1	84,5	40,4	44,1
Märts	691,3	83,8	37,1	46,7
Aprill	554,9	69,9	36,7	33,2
Kokku	7058,1	951,2	461,9	489,3

Töö elektrienergia börsihinnad leiti Nord Pool Spoti koduleheküljelt, kus on igaühel ligipääs elektribörsihindadele tunniajase täpsusega. Leheküljelt on võimalus alla laadida elektribörsihindade andmeid ning need Microsoft Excel programmi lisada. Andmetes esinesid mõned vead. Nimelt oli aastast seitsmel erineval ajahetkel elektri hinnaks 0€, kuid nende mõju kõikidele andmetele oli praktiliselt olematu.

## 2.6. Kasutatavad matemaatilised ja graafilised meetodid

Töö matemaatilise ja graafilise poole tegemiseks kasutas autor tabelarvutus programmi Microsoft Excel. Programm on suuteline analüüsima ühe aasta elektritarbimise koguseid ja aegu. Andmeid on kokku 8700 rida ja 3 veergu.

Aritmeetilise keskmise elektritarbimise kohta arvutati *Average* funktsiooniga. *Average* funktsioon liidab kokku valitud tulbad ning jagab need tulpade arvuga saades keskmise tulemuse. *Average* funktsiooni valem näeb välja järgmine:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n},$$

kus  $\bar{x}$  on aritmeetiline keskmine;

$x_1$  – mõõtmise andmeseerias järjekorranumbriga 1;

$x_2$  – mõõtmise andmeseerias järjekorranumbriga 2;

$x_n$  – mõõtmise andmeseerias järjekorranumbriga  $n$ ;

$n$  – kõikide arvutuses olevate arvude kogus.

Jooksva keskmise arvutamiseks kasutati samuti *Average* funktsiooni. Erinevus aritmeetilisest keskmisest on selles, et arvude summa jagatakse mingi kindla muutumatu arvuga läbi. Antud töös valiti intervalliks  $n$ . See tähendab, et jooksev keskmine arvutatakse eelneva  $n$  arvu põhjal.

$$\overline{x_{jk}} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n},$$

kus  $\overline{x_{jk}}$  on jooksev keskmine;

$x_1$  – mõõtmise andmeseerias järjekorranumbriga 1;

$x_2$  – mõõtmise andmeseerias järjekorranumbriga 2;

$x_n$  – valitud intervalli väärtus;

$n$  – kõikide arvutuses olevate arvude kogus.

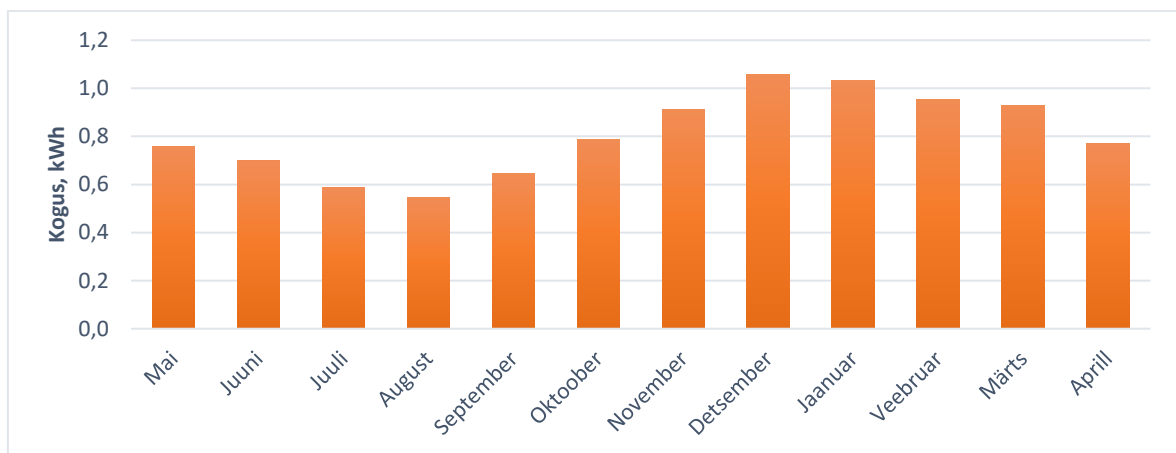
Lisaks eeltoodud meetoditele oleks võimalik veel andmete töötlemiseks kasutada korrelatsiooni, millega saaks mõõta andmete seose tugevust või seose kas positiivset või negatiivset suunda.

Töö graafiliseks analüüsimiseks kasutati erinevaid diagramme, mis sobivad hästi visuaalseks võrdlemiseks. Antud töö tulemuste osas kasutati tulp ja joondiagramme. Kuna inimeste tarbimismustrid on enamjaolt sarnased, siis saab ka nende abil hästi võrrelda uuritud maja elektrienergia tarbimiskõverate erinevust ja sarnasust mujal maailmas asuvate majadega.

### 3. TULEMUSED JA ARUTELU

#### 3.1. Elektrienergia tarbimine aastas

Aastase elektrienergia tarbimise sõltuvust aastaajast ning käimasolevast kuust võrreldi tulpdiagrammidega.

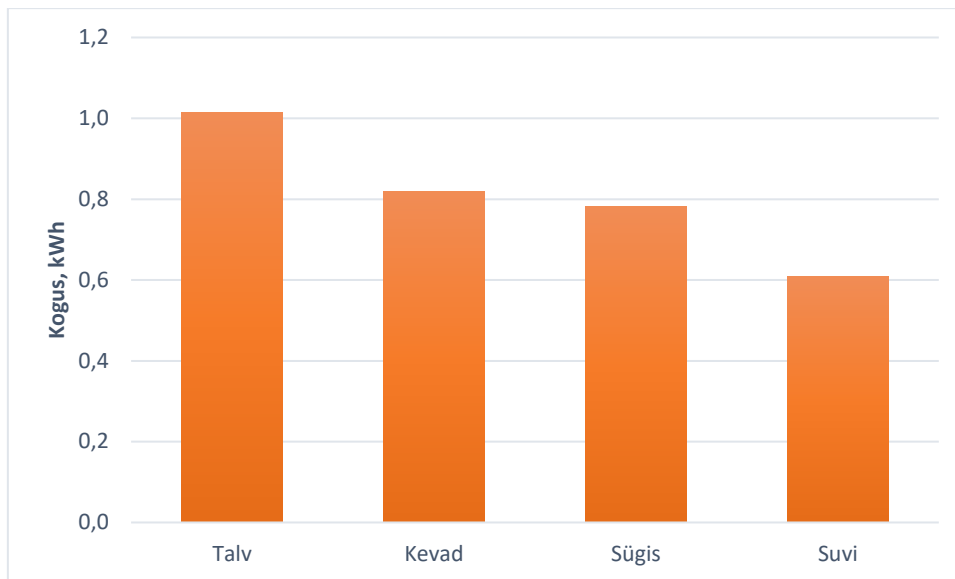


**Joonis 3.1.** Elektrienergia keskmine tarbimine 12. kuu vältel.

Jooniselt 3.1. näeme, et terve aasta jooksul tarbiti keskmiselt elektrienergiat kõige rohkem detsembris. Päeva keskmiseks tarbimiseks oli 1,06 kWh. Kõige vähem aga tarbiti augustis, kus päeva keskmiseks tarbimiseks loeti 0,54 kWh. Järeldame, et keskmiselt kõige rohkem tarbitud kuu ja kõige vähem tarbitud kuu tarbimiste vahe on 0,52 kWh. Seega on augusti keskmine tarbimine pea poole väiksem detsembri keskmisest tarbimisest.

Autor jagas neli aastaega järgnevalt:

- 1) suvi – juuni, juuli, august
- 2) sügis – september, oktoober, november
- 3) talv – detsember, jaanuar, veebruar
- 4) kevad – märts, aprill, mai



**Joonis 3.2.** Elektrienergia tarbimine sõltuvalt aastaajast.

Jooniselt 3.2. loeme välja, et kõige rohkem tarbitakse elektrienergiat talve kuudel. Üheks faktoriks võib pidada ülekaalus pimedat aega. Kui suvisel pööripäeval tagab päikesevalgus valgustuse praktiliselt terveks ööpäevaks, siis talvisel pööripäeval jagub päikesevalgust vaid viieks kuni kuueks tunniks. Teiseks leiab soojavee kasutus suuremat osakaalu talvekuudel, kuna talvisel ajal võidakse eelistada kuumema vee kasutust rohkem, kui suvisel ajal.

Kevade ning sügise elektrienergia tarve on enamjaolt võrdne. Need aastaajad on üksteisele üpris sarnased, kuid temperatuurimuutused on vastupidised. Kevadine päike on intensiivsem kui sügisel, mistõttu on kevadel päikesepaneelide tootlikkus suurem.

### 3.2. Elektrienergia tarbimine argipäevadel

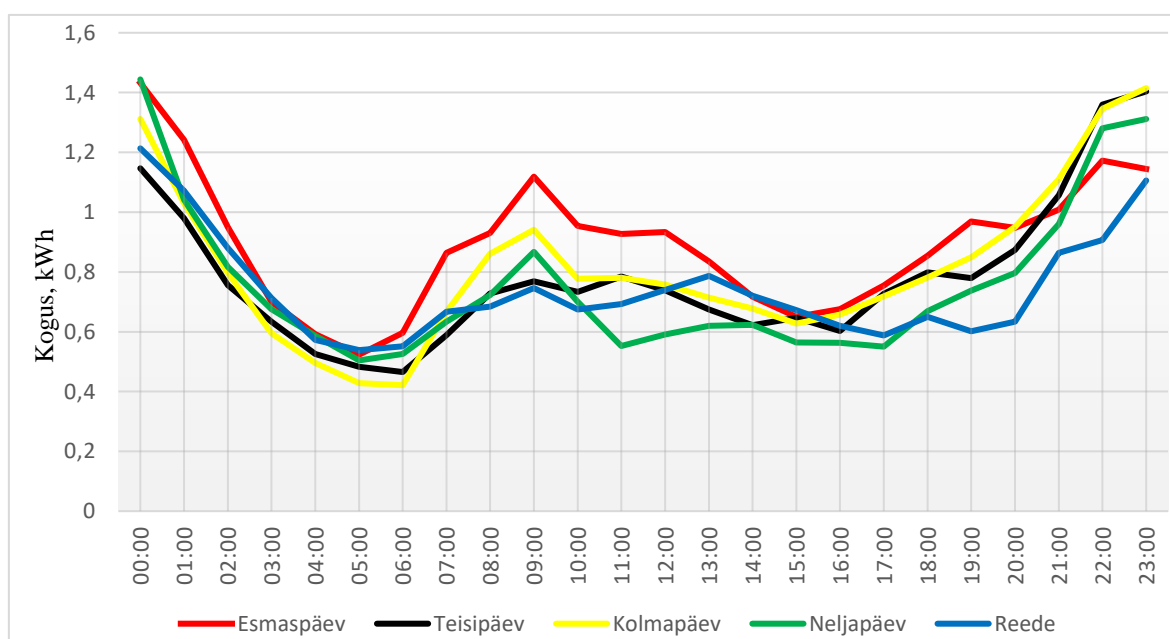
Tarbimised erinevad argipäeviti ning puhkepäeviti suuremas osas tarbimise aja mitte koguse suhtes. Erinevatel argipäevadel on elektrienergia tarbimisgraafik väga sarnane. Hommikul vahemikus 06:00-12:00 on tarbimine võrdlemisi suur keskmiselt 0,73 kWh. Tarbimise tipp on 1,12 kWh kell 09:00. See on tingitud hommikustest tavadest. Hommikusöögi valmistamine, tee ja kohvi tegemine, sooja vee tarbimine, elektriboileri rakendumine peale sooja vee kasutust, televiisori ja arvuti töö, föönitamine ja palju muud.

Lõunal, ajavahemikus 12:00 - 18:00, tarbimine väheneb oluliselt. Peamiseks põhjuseks kodus mitteviibimine töö või õppetöö pärast. Paljud kodus olevad seadmed ei leia sel hetkel

rakendust, seega on ka tarbimine madalam. Siiski tarbivad elektrit elektriboiler, külmkapp ning ooterežiimis olevad seadmed. Elektrienergiat tarbitakse keskmiselt 0,68 kWh tunni kohta, ehk tarbimisvõimsus on sellel ajal 680 W. Tarbimise tipuks mõõdeti 0,93 kWh kell 12:00.

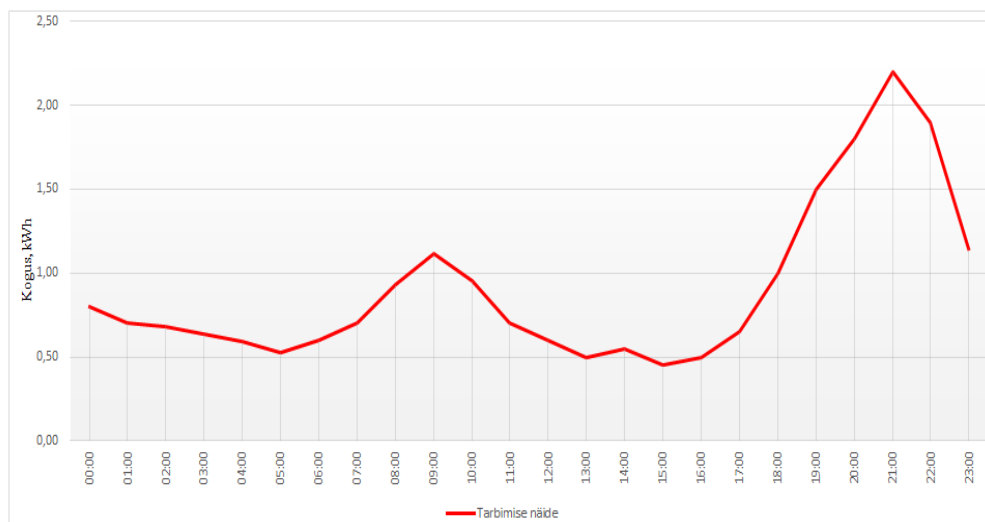
Õhtul, ajavahemikus 18:00 – 01:00, suureneb tarbimine uuesti. Tarbimise suurenemise põhjuseks on majaelanike koju jõudmine, söögi tegemine, duši all käimine, valgustid eriti talvel, kui on palju pimedat aega, televisioon, arvutid, elektriboiler, külmkapp. Keskmiselt tarbiti 1,03 kWh elektrienergiat ning tarbimise tipuks 1,44 kWh kell 00:00.

Öösel, ajavahemikus 01:00 – 06:00, langeb tarbimine uuesti. Öösiti magatakse, seega paljusid seadmeid ei kasutata. Öist elektritarbimist põhjendavad külmutusseadmed, elektriboiler ja muud ooterežiimis olevad elektriseadmed. Keskmiselt tarbis majapidamine elektrienergiat öösel 0,73 kWh. Tarbimise tipuks oli 1,24 kWh kell 02:00.



**Joonis 3.3.** Tööpäevade ööpäevane elektrienergia tarbimine aasta vältel.

Huvitava faktina võib välja tuua inglise keelest tulnud termini „duck curve“, mis illustreerib ühtset energiatarbimis mustrit. Ettekujutatud part on kujutatud järgneval joonisel 3.4.

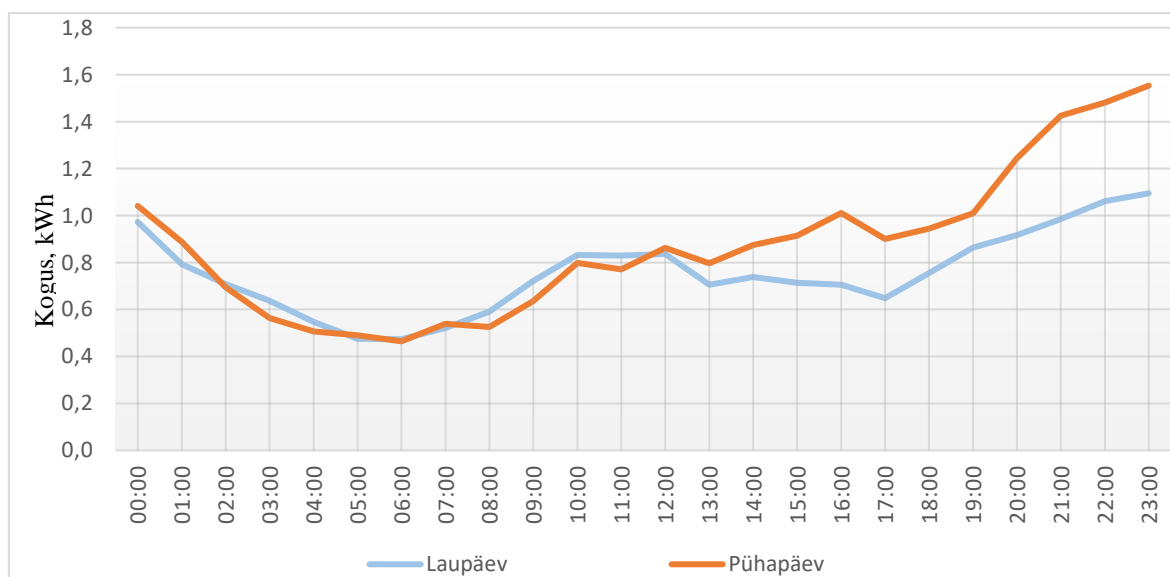


**Joonis 3.4.** Tarbimismustri kuju meenutab kujutletavat parti.

Kuna maailmapildis on inimeste elustiil ja kombed suuremas osas sarnased siis antud joonisel oleva tarbimisgraafiku kuju näeb pardi kuju moodi välja küll. Pardi kujul tekib kõrgem saba osa hommikusest suurest elektri tarbimisest, päevasest keskmisest tarbimisest tekib keha ning õhtusest suurest tarbimisest tekib pea. [17]

### 3.3. Elektrienergia tarbimine puhkepäevadel

Puhkepäevadel tarbitud elektrienergia tarbimismuster pole aga argipäevale väga sarnane. Kuna nädalavahetusel on enamasti puhkamiseks, siis algab hommik, erinevalt argipäevast, mõni tund hiljem.



**Joonis 3.5.** Puhkepäevadel keskmiselt tarbitud elekter.

Hommikune suurem energiatarbimine toimub vahemikus 08:00-12:00. Elektrienergia kulub hommikusöögi valmistamiseks, pliit, veekeedukann, nõudepesumasin, mikrolaineahi, elektriboiler, televiisor, arvuti, föönitamine. Keskmiselt tarbiti selles ajavahemikus 0,71 kWh elektrienergiat. Tiputarbimine 0,83 kWh mis mõõdeti kell 11:00.

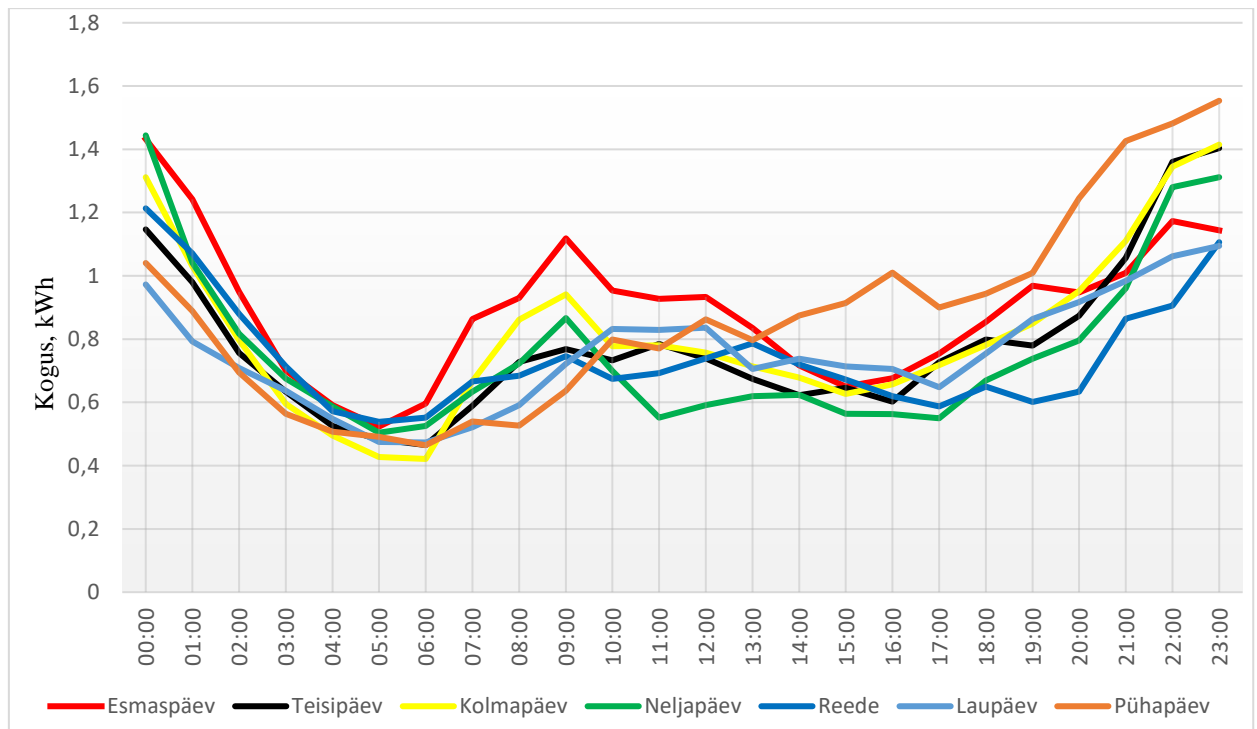
Lõunal, ajavahemikus 12:00 – 17:00, tarbimine ei vähene, vaid püsib samal tasemel mis hommikul. Põhjuseks pereliikmete puhkamine kodus. Kasutuses on televiisor, elektriboiler, külmkapp ja muu köögitehnika. Keskmiselt tarbiti 0,82 kWh, mis on rohkem kui hommikul perioodil. Tiputarbimiseks loeti 1,01 kWh, kell 16:00.

Õhtul, ajavahemikus 17:00 - 00:00, tõuseb keskmine elektrienergia kasutus veelgi. Samuti on ka tiputarbimine suurem õhtuste söögitegemiste arvelt. Keskmiselt tarbiti 1,06 kWh, tiputarbimiseks kell 21:00 1,55 kWh.

Öösel, ajavahemikus 00:00 – 08:00, tarbiti keskmiselt 0,64 kWh, tiputarbimiseks kell 00:00 1,04 kWh. Tarbimine langeb peale 00:00-i. Suurusjärgus on see sarnane argipäevasele öisele elektrienergia tarbele.

### **3.4. Suurema elektrienergia tarbimisega perioodid**

Koondades nädalase keskmise elektrienergia tarbimise terve aasta lõikes ühele graafikule võimaldab see analüüsida tarbimismustreid.



**Joonis 3.6.** Kõikide nädalapäevade keskmine elektrenergia tarbimine ööpäevas.

Nagu näha, siis tarbitakse elektrenergia kõige vähem varahommikul ajavahemikus 04:00 – 05:00 ning kõige rohkem hilisõhtul kella 22:00 – 23:00 vahel. Keskpäevane elektritarbimine ajavahemikus 11:00 – 17:00 on päeviti väga erinev mida võiks kirjeldada näiteks söögitegemine erinevatel päevadel. Kuna antud majapidamises tehakse süüa mitme päeva eest ning käiakse trennis regulaarselt üle päeva siis põhjendab see muutlikku elektritarbimist kas toidu mittevalmistamine või kodus mitteviibimise tõttu. Üldjoontes on siiski tarbimismustri kuju päeviti sarnane.

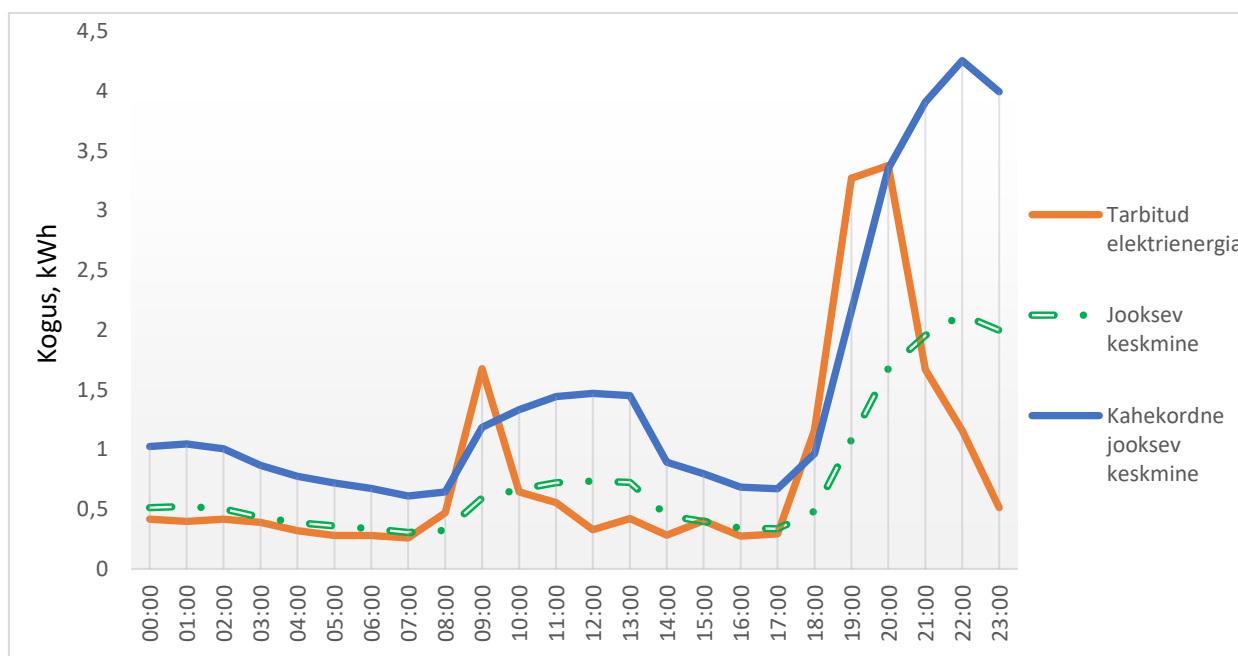
### 3.5. Järsud muutused elektritarbimise koguses

Selleks, et välja selgitada elektritarbimise olulisi erisusi, kasutas töö autor andmete analüüsimisel jooksva keskmise väärtusi. Jooksev keskmine arvutati iga viimase 5 tunni kohta. Et tarbimise hüppeid märgata kasutati funktsiooni *IF*, mille eesmärgiks oli välja tuua hetked, mil elektrenergia tarbimise hetkeväärtus ületab kahekordset jooksva keskmise väärtust. Juhul kui tarbimise hetkeväärtus jääb kahekordse jooksva keskmise piiridesse siis



esineb *Excel*'i tabelisse “-“ märk. Kui hetkväärtus on suurem siis ilmub lahtrisse „Hoiatus“ märguanne.

Terve aasta vältel esines kahekordset jookva keskmise hetkväärtuse ületamist 400 korda. Nendest 52 korda esines järjest kaks hoiatust ning 4 korda kolm hoiatust üksteise järel. Aasta lõikes esines 4 päeval neli hoiatust päevas, 30 päeval kolm hoiatust, 72 päeval kaks hoiatust ning 150 päeval üks hoiatus. Summaarselt esines hoiatus aastas 256 päeval. Järgnevalt jooniselt on näha, et 23.03.2019 kuupäeva jooksva keskmise ja kahekordse jookva keskmise võrdlust antud ajahetkel tarbitud elektrienergia kogusega. Antud kuupäeval registreeriti neli hoiatust, mis on esinesid kell 08:00, 18:00, 19:00 ja 20:00.



**Joonis 3.7.** Jooksva keskmise võrdlus tarbitud elektrienergia kogusega.

Sellist meetodit oleks väga hea kasutada reaalajas, mille abil oleks võimalik tarbijal saada tagasisidet suurtest elektritarbimistest. Heaks lahenduseks oleks mobiilne rakendus, mis oleks reaalajas ühenduses Eesti Energia või mõne muu elektrienergiatarvet kajastava andmesüsteemiga. Nii oleks võimalik tarbija teadlikkust tõsta reaalajas ning seetõttu ka elektritarbimist järgmise hoiatuse vältimiseks vähendada.

### 3.6. Ooterežiimis olevate seadmete elektrienergia tarbimise osakaalu arvutamine

Ooterežiimis olevate seadmete elektrienergia tarbimise osakaalu leidmiseks eramajas kasutati valemit:

$$X_{osakaal} = \frac{P_{or}}{P_{kogu}} \cdot 100 ,$$

kus  $X_{osakaal}$  on aastase kogutarve osakaal;

$P_{or}$  – ooterežiimis olevate seadmete keskmine kogutarve aastas;

$P_{kogu}$  – terve majapidamise kogutarve aastas.

$$X_{osakaal} = \frac{305}{7058} \cdot 100 = 4,32\%,$$

Töös kasutatava eramaja kohta läbiviidud uuringu kohaselt moodustab see aastasest kogutarbimisest umbes 4,32%. Kuna analüüsitava maja elektriarve ainult elektrienergia eest on 461,9€, siis ooterežiimis olevate seadmete eest makstakse aastas keskmiselt 19,95 €.

### 3.7. Päikeseenergia kasutamise võimalused

Kuna üha rohkem kogub populaarsust elektrienergia isetootmine, siis üheks väga heaks lahenduseks oleks paigaldada eramaja katusele kahte tüüpi päikesepaneelid nii kasutatava elektrienergia tootmiseks, kui ka soojusenergia salvestamiseks sooja veena boilerisse või akumulatsioonipaagiga süsteemi.

Suurt aastast elektrienergia tarbimist võiks osaliselt või täielikult katta päikesepaneelidelt saadud elektrienergiaga. Autor leiab, et hoonele paigaldatud päikesepaneelide võimekus ei peaks erinema palju reaalsest tarbest, kuna müügi pealt teenitav tulu ei tasu ennast investeeringu suhtes ära.

Töö autor lasi teha eramajale päikesepaneelide paigaldamise pakkumise. Saadud pakkumine sisaldas 24 x 300W päikesepaneeli ja 8 kW nimivõimsusega inverterit. Kogu päikesepaneelide süsteemi maksumuseks saadi 7549 €. Analüüsitud perioodi aastane

elektriarve oli 951,2 €. Antud süsteemi ühe vati hinnaks kujuneks umbes 0,94 €. Ideaalsetel tingimustel teeniks investeeritud summa hinnanguliselt kaheksa aastaga tagasi. Kuna päikesepaneeli energia tulu sõltub päikeseenergia kogusest, otsetarbimise osakaalust ja elektri börsihinnast siis reaalsuses ei pruugi päikesepaigaldis ennast sellise perioodiga ära tasuda. Eesti geograafilisest positsioonist tingituna on talvistel aegadel paneelide elektrienergiatootlikkus väga madal, kuid elektritarbimine väga kõrge. See-eest on aga suvel tootlikkus võrdlemisi suur, kuid elektritarbimine väike. Seega võib väita, et eramaja elektritarbimine ja päikesepaneelide elektri tootmine on omavahel vastupidises seoses. Perioodidel, kus elektritarbimine on suur ja tootlikkus on madal, tuleb võrgust osta elektrienergiat juurde. Kui tarbimine on väike ja tootlikkus suur siis on võimalus ülejäänud elektrienergia tagasi võrku müüa. Küsimusele, kas päikesepaneelid paigaldamine investeering on seda väärt on, vastus jah. Tänapäevaste päikesepaneelide kasulik eluiga on 25-30 aastat. [24] Kui ideaalsetel tingimustel tasub investeering ära esimese 8 aasta jooksul siis on potentsiaalne tulu elektrienergia arvelt järgnevaks 17-22 aastaks.

Teiseks on võimalik päikeseenergiat kasutada sooja vee tootmiseks. Kuna eramajas olev 2 kW elektriboiler tarbib pidevalt elektrienergiat, siis oleks hea asendada osaliselt või täielikult vee kütmine päikesekollektoritega. Samuti aitavad päikesekollektorid kütta keskküttesüsteemi. Päikeseenergia salvestatakse sooja veena kas vastavasse boilerisse või akumulatsioonipaagiga süsteemi. Päikeseküttesüsteem aitab hoida kokku elektriboilerile kulutatavalt elektrienergialt. Siiski ei taga see terve aasta vältel sooja tarbimisvett. Et tagada soojavee kättesaadavus aastaringselt siis peab elektriboiler ennast siiski külmemal või pilvisemal ajal, kui päikeseenergia on raske kätte saada, aeg-ajalt tööle lülitama. Peale selle pole suvel enamasti elamut kütta vaja ning sooja vee tarbimine on väiksem kui talvekuudel. Tulemuseks jääb sooja vett hulgaliselt üle, millega pole midagi peale hakata.

## KOKKUVÕTE

Käesoleva bakalaureuse töö eesmärgiks oli analüüsida eramaja elektritarbimist ja saadud tulemuste põhjal pakkuda lahendusi teadlikuma ning säästvama energiakasutuse rakendamiseks. Töö autor analüüsis ühe tavapärase maaeramu elektritarbimise näitel elanike elektritarbimise teadlikkust ning tarbimisharjumusi.

Töö analüüsis tuvastati suurema elektritarbimisega perioodid ning oletatavad tarbimistippude tekitajad. Testiti meetodit, kuidas kasutada jooksvat keskmist tarbija elektrienergia kasutamise jälgimiseks. Oluline oli töö käigus saadud teave elektrienergia tarbimise mahust ooterežiimis olevatel seadmetel. Lisaks tutvustati alternatiivenergia allikana päikesepaneelide kasutamise võimalusi ning nende mõju tarbimiseefektiivsusele. Selgus, et oluliselt enam tuleks tarbimise vähendamiseks elanikkonna teadlikust tõsta majapidamistes kasutatavate elektroonikaseadmete ning ööpäevase tarbimise ajakasutuse ökonoomsuse osas. Vaja on lahendusi, mis aitaksid inimestel mugavalt tarbimist jälgida ning vajadusel harjumusi muuta.

Töö autor pakub välja erinevad kaasaegsemaid lahendusi ning operatiivsemaid ja mugavamaid rakendusi elanikkonna energiakasutuse teadlikumaks jälgimiseks ning säästmiseks. Elektrienergia tarbimise vähendamiseks soovitab autor võimalusel muuta majapidamises suuremate elektritarbimistega seadmete tööd kõrgetariifidega aegadelt madalatariifidega aegadele. Samuti hinnata elektrienergia tarbimise osakaalu vähendamiseks majapidamises kasutatavate ooterežiimis olevate seadmete otstarvet ning võimalusel need pidevast kasutusest lahti ühendada.

Analüüsi tulemuste rakendamiseks oleks võimalik kasutada jooksva keskmise andmeid mobiilirakenduses, mis tarbija enda sätestatud tingimuste põhjal annab märguandeid, kui kodune elektritarbimine on ületanud viimasel tunnil eelnevalt määratud piiri.

Samuti on olulisel kohal üha kättesaadavamad alternatiivenergiaallikate kasutuselevõtt. Näitena toodud päikesepaneelide kasutamine võiks tasuda ära hinnanguliselt vähema kui kümne aastaga.

Tarbijale loodavad käepärasemad nutirakendused ning taastuenergia elementide täiendav kasutuselevõtt võimaldavad teadlikuma juhtimisega majandada säästlikumalt.

## KIRJANDUS

1. **Raudjärv, R., Kuskova, L.** (2013). Energiatarbimine kodumajapidamistes.  
<https://www.stat.ee/dokumendid/68623> (14.04.2019)
2. Imatra Elekter AS. Nord Pool Spot. [veebileht]  
<https://www.imatraelekter.ee/elektrimuuk/nord-pool-spot/> (11.05.2019)
3. Elektrituru hinnad - *Nord Pool AS andmebaas*.  
<https://www.nordpoolgroup.com/Market-data1/Dayahead/Area-Prices/EE/Hourly/?view=table> (19.04.2019)
4. Elektrilevi OÜ. Kuidas kaugloetav arvesti töötab. [veebileht]  
<https://www.elektrilevi.ee/kuidas-kaugloetav-arvesti-tootab> (14.04.2019)
5. Eesti Energia AS. Elektri ja sooja tootmine. [veebileht]  
<https://www.energia.ee/tehnoloogia/elektri-ja-sooja-tootmine> (14.04.2019)
6. Eesti Taastuvenergia Koda. Taastuvenergia aastaraamat 2017. [veebileht]  
<http://www.taastuvenergeetika.ee/wp-content/uploads/2018/06/Taastuvenergia-aastaraamat-2017.pdf> (21.05.2019)
7. Energiatalgud. Elektri tootmine. [veebileht]  
[https://energiatalgud.ee/index.php?title=Elektri\\_tootmine](https://energiatalgud.ee/index.php?title=Elektri_tootmine) (14.04.2019)
8. Elering AS. Elektrituru käsiraamat. [veebileht]  
<https://elering.ee/sites/default/files/elektrituru-kasiraamat.pdf> (20.05.2019)
9. Elering AS. Elektri tarbimine ja tootmine. [veebileht]  
<https://elering.ee/elektri-tarbimine-ja-tootmine> (14.05.2019)
10. Elering AS. Elektriturg. [veebileht]  
<https://elering.ee/elektriturg> (14.05.2019)
11. **Rosin A.** (2014). Tarbimise juhtimine. – *Eleringi toimetised*.  
[https://elering.ee/sites/default/files/attachments/Tarbimise\\_juhtimine\\_0.pdf](https://elering.ee/sites/default/files/attachments/Tarbimise_juhtimine_0.pdf) (19.05.2019)
12. Euroopa Komisjon. Your electricity is dripping away...stop it. [veebileht]  
[https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/selina\\_consumer\\_guide\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/selina_consumer_guide_en.pdf) (13.05.2019)
13. **Pärli M.** (2018). Liginullenergia nõue pidurdab uute elamute ehitamist. – *ERR*. [e-ajakiri]  
<https://www.err.ee/687567/liginullenergia-noue-pidurdab-uute-elamute-ehitamist> (19.05.2019)

14. **Rosin A., Möller T., Lehtla M., Hõimoja H.** (01.06.2010). Analysis of Household Electricity Consumption Patterns and Economy of Water Heating Shifting and Saving Bulbs. *Scientific Journal of Riga Technical University*. DOI: 10.2478/v10144-010-0013-3. Riia. Scientific Journal of Riga Technical University, lk 15-20.
15. **Klosowski T.** (2012). What appliances are worth upgrading. – *Lifehacker*. [e-ajakiri] <https://lifehacker.com/what-appliances-are-worth-upgrading-5873658> (24.05.2019)
16. **Ahmed M.S., Mohamed A., Shareef H., Hornod R.Z.** (2016) Modeling of Electric Water Heater and Air Conditioner for Residential Demand Response Strategy. *International Journal of Applied Engineering Research*. ISSN 0973-4562 Volume 11, Number 16 (2016) pp 9037-9046. India. Research India Publications, lk 9038-9044.
17. **Tait D.** (2017). The duck curve what is it and what does it mean- *Energy Alabama*. [e-ajakiri] <https://alcse.org/the-duck-curve-what-is-it-and-what-does-it-mean/> (12.05.2019)
18. Elektri hind. Põhjalik ülevaade Eesti elektri- ja gaasituru murekohtadest täna. [veebileht] [https://elektrihind.ee/2017/11/30/pohjalik-ulevaade-eesti-elektri-ja-gaasituru-murekohtadest-tana/#Elektri\\_hinna\\_tegurid](https://elektrihind.ee/2017/11/30/pohjalik-ulevaade-eesti-elektri-ja-gaasituru-murekohtadest-tana/#Elektri_hinna_tegurid) (20.05.2019)